

農産物の通気乾燥における最適風量について

I. 生粳における予備実験

田原迫 昭 爾

(農業機械学第2研究室)

昭和57年8月10日 受理

Optimum Air-Quantity of the Ventilation Drying for Farm Products

I. Preparatory Experiments on Unhulled Rices

Shōji TAHARAZAKO

(Laboratory of Agricultural Machinery II)

緒 言

農産物を厚層通気乾燥する場合、送風量が多すぎると不経済だし、逆に少なすぎると、乾燥能率が低下するばかりでなく、層の上部に水分の吸着がおり、これが品質劣化の原因になる。この試験では、生粳を供試し、実用的な乾燥条件下における通気風量と蒸発水分量や吸湿量との関係を実験的に追跡し、その結果から、最高の蒸発水分量を得るためにはいかなる風量が適当であるかを検討した。

実験装置

実験装置は Fig. 1 に示すように、乾燥箱は面積 30 cm×30 cm、全堆積高さは 60 cm で、これを12層に分割した。試験中の送風量や熱風温度は一定にコントロールし⁶⁾、一定時間ごとに入口、出口、層内の空気温度や蒸発水分量を測定した。

実験条件

収穫直後の生粳について 30°C~50°C の実用熱風温度で乾燥したが、乾燥条件は Table 1 のようである。

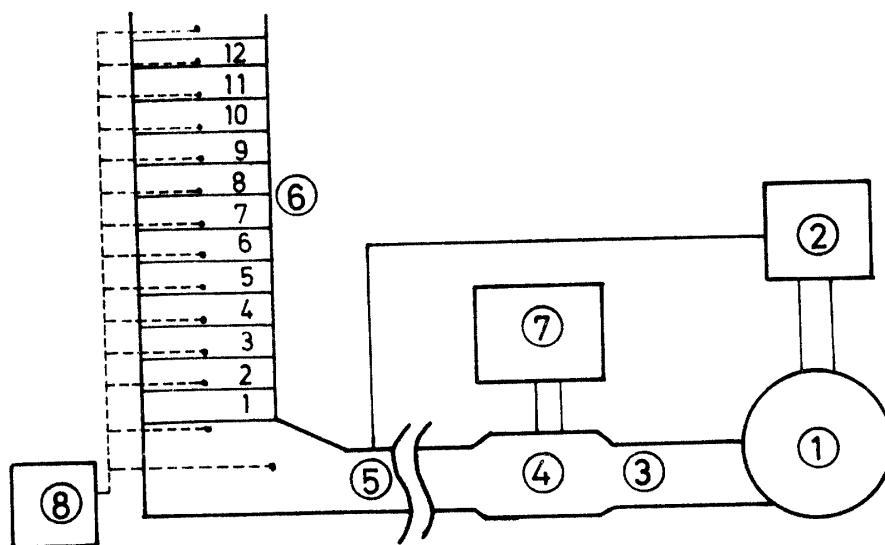


Fig. 1. Diagrammatic section of apparatus.

- ① Blower ② Control equipment of air quantity ③ Air duct ④ Electric heater
⑤ Pitot tube ⑥ Bin ⑦ Temperature controlling unit ⑧ Temperature recorder

Table 1. Drying conditions in each test

Test No.	Heat-air temperature		Driving force* ($H_w - H_1$) (kg/kg)	Initial moisture content (d. b) W (%)	Dry sample weight M_d (kg)	Air flow rate G (kg/hr)	Ratio of air weight to dry sample weight (G/M_d)
	t_1 °C	t_2 °C					
1	30.5	16.8	0.0060	26.6	22.15	63.44	2.86
2	40.5	20.0	0.0085	25.8	22.33	63.44	2.84
3	50.5	22.5	0.0110	26.0	22.28	63.44	2.85

* Difference of absolute humidity

実験結果および考察

1. 蒸発水分量や排気温度の時間的变化

全層 (12層) および 6 層までの毎時蒸発水分量や排出空気の相対湿度 (R) や熱風の入口, 出口における温度 (t_1, t_2) をプロットした結果は Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 のようである。また Fig. 5 は層全体の平均含水率と

乾燥速度および排出空気の乾燥推進力との関係を調査したものである。

(考察)

(1) 厚層通気乾燥の場合, 最上層が乾燥しはじめるまでが恒率乾燥期間 (予熱期間も含む) とみなされるが, この期間の蒸発水分曲線は上方に凸となり, 層の水分分布がある勾配のときに最大値が存在すること

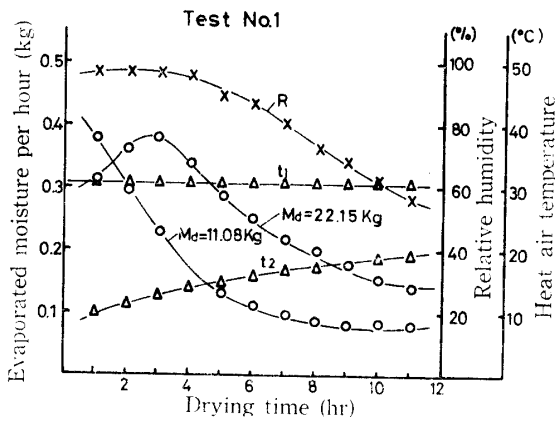


Fig. 2. Heat-air temperature = 30°C.

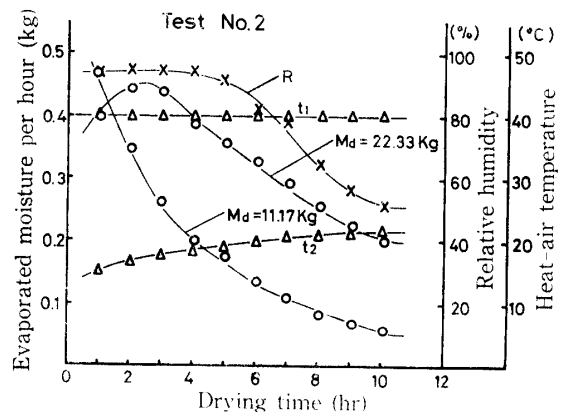


Fig. 3. Heat-air temperature = 40°C.

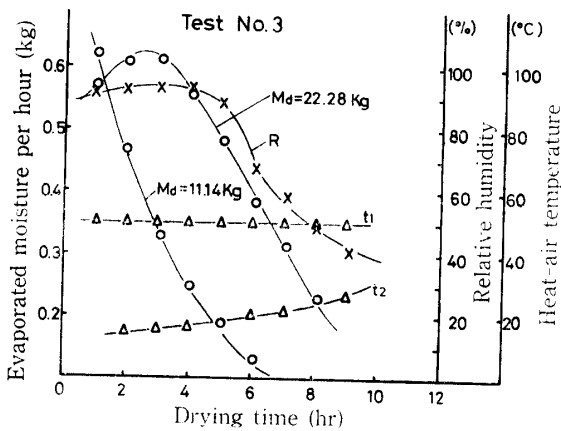


Fig. 4. Heat-air temperature = 50°C.

Figs. 2.~4. Evaporated moisture quantity and exhaust air conditions profile in case of the deep-bed ventilation drying.

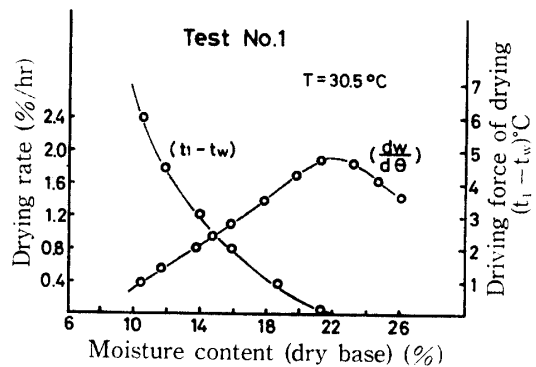


Fig. 5. Drying characteristic curves and $(t_1 - t_w)$ of the exhaust air versus the mean moisture content in case of the deep-bed ventilation drying.

を示す。なお、上記期間中における排出空気の乾燥推進力はほとんどなく、熱風が水分蒸発に充分に利用されていることを示している (Figs. 2, 3, 4).

(2) 最上層が乾燥し始める時から、全体としては減率乾燥に移行し、乾燥の進行とともに蒸発水分量は急激に減少するとともに排出空気の乾燥推進力は水分の低下に逆比例して急激に増加する (Fig. 5). すなわちこの期間の熱風は充分に利用されていない。

2. 水分吸着量と風量乾重比 (G/M_d) との関係

上層部における水分吸着量の変化をプロットした結果は Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8 のようである。また、30°C, 40°C, 50°C の各熱風条件下における風量乾重比 (G/M_d) と最高吸着水分量との関係は Fig. 9 のようである。

(考察)

(1) 乾燥の初期は、風量の割合が少ないと一時的な水分吸着が上層でおこり、全層としての蒸発水分量

はその分だけ減少する。

(2) 水分が上層に吸着している時間は風量の割合 (G/M_d) によって異なり、同一の (G/M_d) であれば温度に関係なくほぼ等しい (Fig. 6~Fig. 8).

(3) 最大吸着量は熱風温度 (あるいは空気の乾燥推進力) に比例して増大するが (Fig. 9) この関係は今後さらに検討したい。

(4) 乾燥初期、層内の水分が均一の場合、吸着が無視できる (G/M_d) は 5.7 附近であった。

3. 乾燥速度係数 (K) と風量乾重比 (G/M_d)

次の (A) 式によって定義された乾燥速度係数 (K) を実験より算定し、これと各 (G/M_d) との関係をプロットした結果は Fig. 10 のようである。

$$R = KG(H_w - H_1) \dots\dots\dots (A)$$

R: 蒸発量 (kg/hr), G: 送風量 (kg/hr)

(H_w - H₁): 乾燥における湿度推進力

また、乾燥の経過とともに各層の水分勾配も変化する

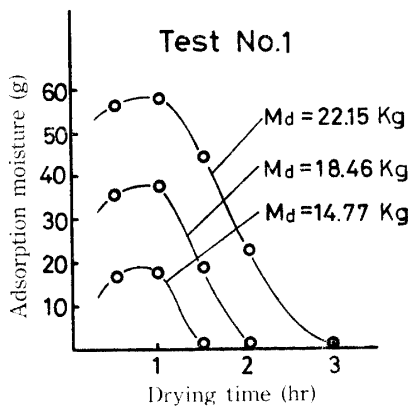


Fig. 6. Heat-air temperature = 30°C.

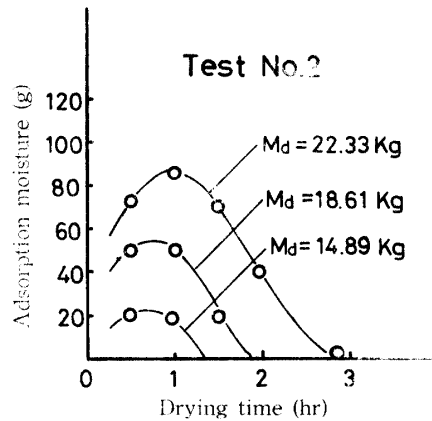


Fig. 7. Heat-air temperature = 40°C.

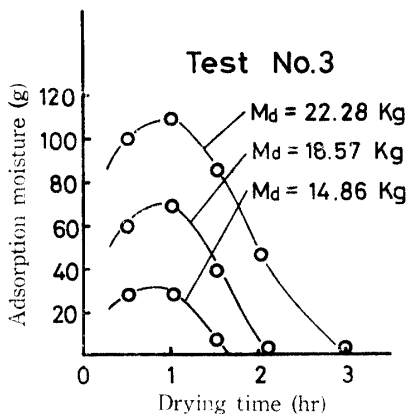


Fig. 8. Heat-air temperature = 50°C.

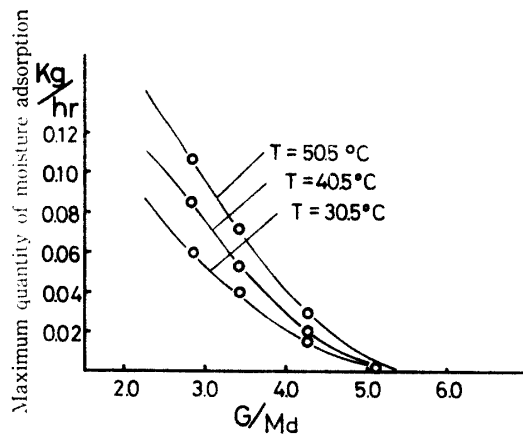


Fig. 9. Maximum quantity of moisture adsorption versus G/M_d in each air-temperature.

Figs. 6.~8. The quantity of moisture adsorption versus drying hour in each dry sample weight.

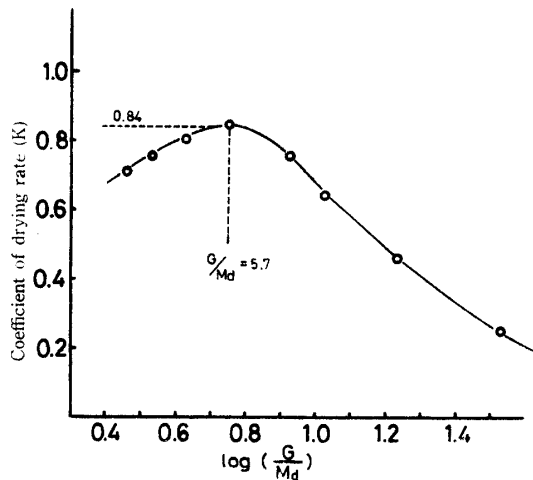


Fig. 10. (K) versus $\log (G/M_d)$ in the case of unhulled rices.

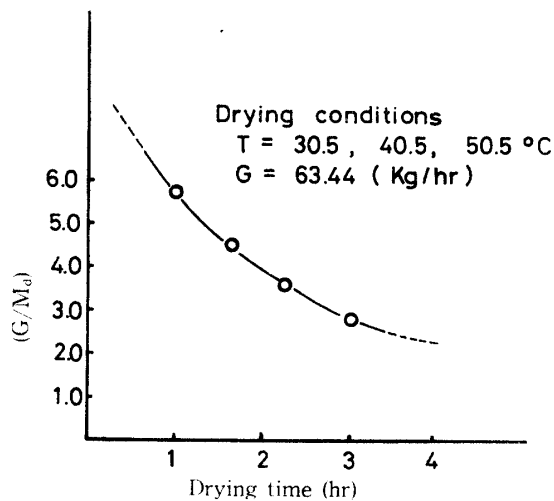


Fig. 11. Relation between the optimum (G/M_d) and drying hour in case of the deep-bed ventilation drying.

が、恒率乾燥期間内における乾燥時間と吸湿限界の (G/M_d) との関係は Fig. 11 のようである。

(考察)

(1) 全層の水分が均一の状態から乾燥する場合、蒸発水分量は $(G/M_d)=5.7$ 附近が最も多い。したがって刈取り直後の籾については、最適風量は $G=$

$5.7M_d$ 附近と思われる。

(2) 乾燥が進行し下層が順次乾燥してくると、層内に水分勾配ができ、風量割合が小さくても吸着が生じなくなる。したがって吸着限界の (G/M_d) は乾燥の経過時間とともに減少してゆく (Fig. 11).

要 約

農産物の厚層通気乾燥において、水分吸着を生じない最適風量について、生籾を供試して検討した結果は次のようである。

1. 厚層通気乾燥では、最上層が乾燥しはじめるまでは恒率乾燥期間と認められ、この期間の排出空気の乾燥推進力は無視できる。
2. 乾燥初期、上層部で一時的な水分吸着が生じ、全層としてその分だけ蒸発水分量は減ずる。
3. 同一の (G/M_d) であれば吸着期間はほぼ等しく、 (G/M_d) が 5.7 より多ければ水分吸着は無視できる。また吸着量は熱風温度が高くなれば増加する。
4. 水分吸着を考えた場合、生籾の最高の乾燥速度係数 (K) は 0.84 で、風量 (G) は $5.7M_d$ であった。

文 献

- 1) Chien, K. S. Matthes, R. K. and Vermia, B. P.: Dimensional analysis of seed-moisture movement in deep-bed drying. *Trans. ASAE*, 277-281, (1971)
- 2) Ingram, G. W.: Deep-bed drier simulation with intra-particle moisture diffusion. *J. agric. Engng Res.*, **21**, 263-272 (1976)
- 3) 本橋園司. 他: モミ乾燥の通気乾燥理論の適用. 農機誌, **147**, 557-564 (1979)
- 4) 村田 敏. 他: 籾初期乾燥特性の解析. 農機誌, **135**, 545-550 (1976)
- 5) Schroeder, M. E. and Peart, R. M.: Dynamic programming method of air allocation in a grain dryer. *Trans. ASAE*, 96-99 (1967)
- 6) 田原迫昭爾: 農産物の熱風乾燥法に関する研究 (第 2 報). 鹿大農学術報告, **No. 18**, 207-262 (1967)
- 7) 豊田浄彦. 他: 穀類の吸湿現象に関する基礎的研究. 農機誌, **158**, 459-467 (1981)
- 8) Young, J. H. and Dickens, J. W.: Evaluation of costs for drying grain in batch or cross-flow systems. *Trans. ASAE*, 734-739 (1975)

Summary

In case of the deep-bed ventilation-drying of the farm products, excess in the sending air is uneconomical, whereas too small quantity brings about a low drying rate and the moisture-adsorption, worsening the quality. In this experiment of unhulled rice drying, the optimum air-quantity in which

no moisture-adsorption occurs was researched.

The summarized results are as follows:

1. In case of the deep-bed ventilation-drying, it was recognized as a sort of the constant rate drying-period until drying is commenced in the upper layers. In this period, it was considered to be reasonable to ignore the driving force of drying (Psychrometric depression) of the exhaust air.
2. In the early drying, some temporary moisture adsorption took place at the upper layer, making the quantity of evaporating moisture be decreased as a whole.
3. The adsorption-period was almost the same in the region of equal G/M_d , and in case of G/M_d more than 5.7 of the quantity of adsorption moisture was to be ignored, and the moisture adsorption increased as air temperature was raised.
4. The maximum drying speed coefficient (K) with the consideration of the adsorption was fixed to be 0.84. It is possible to determine the maximum moisture evaporation quantity and the optimum air quantity upon this value of K.